
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р
8.XXXX–
202
(ИСО 6508-
1:2022)

Государственная система обеспечения единства
измерений

Металлы и сплавы

Измерение твердости по шкалам Роквелла

Часть 1

Метод измерений

(ИСО 6508-1:2022, Metallic materials - Rockwell hardness test - Part 1: Test method,
MOD)

Издание официальное



Москва
Российский институт стандартизации
202

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийским научно-исследовательским институтом физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 206 «Эталоны и поверочные схемы»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 202 г. № -ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 6508-1:2022 «Металлические материалы. Определение твердости по Роквеллу. Часть 1. Метод испытаний» (ISO 6508-1:2016 «Metallic materials - Rockwell hardness test - Part 1: Test method»), MOD).

Дополнительные слова (фразы, показатели, их значения), включенные в текст стандарта, выделены подчеркиванием сплошной горизонтальной линией. Изменения внесены для учета потребностей экономики Российской Федерации и особенностей российской национальной стандартизации.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5–2012 (пункт 3.5)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном

сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

© ISO, 2022– Все права сохраняются

© Стандартинформ, оформление, 202

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения	
2 Нормативные ссылки	
3 Принцип метода.....	
4 Символы и обозначения	
5 Твердомер	
6 Измеряемый образец	
7 Процедура измерений	
8 Неопределенность результатов измерений	
9 Протокол измерений	
10 Перевод в другие шкалы твердости или значения предела прочности на разрыв	
Приложение А (обязательное) Специальные испытания по шкалам HR30T _{Sm} и	
HR15T _{Sm} для тонких изделий	
Приложение В (обязательное) Минимальная толщина испытываемого образца в	
зависимости от твердости по Роквеллу.....	
Приложение С (обязательное) Поправки к значениям твердости по Роквеллу,	
полученным на выпуклых цилиндрических поверхностях	
Приложение D (обязательное) Поправки к значениям твердости по Роквеллу, по шкале	
С, полученным на сферических поверхностях различного диаметра	
Приложение E (обязательное) Процедура ежедневной поверки	
Приложение F (обязательное) Осмотр алмазных наконечников	
Приложение G (справочное) Неопределенность измеренных значений твердости	
Библиография	

Введение

Метод измерений твердости по шкалам Роквелла основан на внедрении наконечника в виде алмазного конуса или стального (твердосплавного) шара в материал с последовательным приложением к наконечнику предварительной силы, основной силы и снятием основной силы и определением разности глубин внедрения наконечника после приложения основной силы и до приложения основной силы. Данный метод относится к статическим методам измерений твердости.

Настоящий стандарт подготовлен для уточнения применявшихся в РФ стандартов на методы Роквелла и Супер-Роквелла.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

ИЗМЕРЕНИЕ ТВЕРДОСТИ ПО ШКАЛАМ РОКВЕЛЛА

Часть 1

Метод измерений

State system for ensuring the uniformity of measurements. Metals and alloys.

Rockwell hardness test. Part 1: Test method

Дата введения – 202 – –

1 Область применения

Данный стандарт описывает метод определения твердости по Роквеллу и Супер-Роквеллу по шкалам А, В (BW), С, D, E (EW), F (FW), G (GW), H (HW), К (KW), 15N, 30N, 45N, 15Т (15TW), 30Т (30TW) и 45Т (45TW) для металлических материалов и применяется к стационарным, переносным и портативным твердомерам.

Для конкретных материалов и(или) изделий применяются другие стандарты (например, ГОСТ 20017-74 и ГОСТ 25698-98).

П р и м е ч а н и е – шариковый наконечник, изготовленный из карбида вольфрама, считается стандартным типом шарикового наконечника, применяемого для определения твердости по Роквеллу. Стальные шариковые наконечники допускается по-прежнему использовать, например, в соответствии с Приложением А.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 20017-74 Сплавы твёрдые спечённые. Метод определения твёрдости по Роквеллу.

ГОСТ 25698-98 Металлы металлические спечённые, исключая твёрдые сплавы. Определение кажущейся твёрдости материалов в основном с равномерной твёрдостью по сечению.

ГОСТ 23677-79 Твердомеры для металлов. Общие технические требования.

ГОСТ 8.044-80 ГСИ. Наконечники алмазные к приборам для измерения твёрдости металлов и сплавов. Методы и средства поверки.

ГОСТ Р ИСО 6507-1-2007 Металлы и сплавы. Измерение твёрдости по Виккерсу. Часть 1. Метод измерения.

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Принцип метода

Наконечник, имеющий нормированные геометрические параметры и изготовленный из определенного материала, вдавливают в поверхность испытуемого образца под действием двух разных нагрузок при нормированных условиях, описанных в Разделе 7. Прикладывают нормированную предварительную нагрузку и измеряют начальную глубину внедрения, после чего прикладывают и снимают нормированную дополнительную нагрузку, сохраняя предварительную нагрузку. Затем измеряют конечную глубину внедрения и определяют число твердости по Роквеллу по разности h между конечной и начальной глубинами внедрения (см. Рисунок 1, Таблицу 1 и Таблицу 2). Числа твердости по шкалам Роквелла, HR , рассчитывают по формуле

$$- \quad (1)$$

4 Символы и обозначения

4.1 См. Таблицу 1, Таблицу 2, Таблицу 3 и Рисунок 1
Таблица 1 — Шкалы твердости Роквелла

Шкала твердости Роквелла	Обозначение чисел твердости	Тип наконечника	Предварительная нагрузка F_0, H	Общая нагрузка F, H	Цена деления шкалы $S, мм$	Предельные шкалы N	Диапазон Измерений твердости
A	HRA	Алмазный конус	98,07	588,4	0,002	100	20 HRA – 95 HRA
B	<u>HRB</u>	Стальной шар диаметром 1,5875 мм	98,07	980,7	0,002	130	10 HRBW – 100 HRBW
<u>BW</u>	HRBW	Твердосплавный шар	98,07	980,7	0,002	130	10 HRBW – 100 HRBW
C	HRC	Алмазный конус	98,07	1471	0,002	100	20 HRC ^a – 70 HRC
D	HRD	Алмазный конус	98,07	980,7	0,002	100	40 HRD – 77 HRD
E	<u>HRE</u>	Стальной шар диаметром 3,175 мм	98,07	980,7	0,002	130	70 HREW – 100 HREW
<u>EW</u>	HREW	Твердосплавный шар диаметром 3,175 мм	98,07	980,7	0,002	130	70 HREW – 100 HREW
F	<u>HRF</u>	Стальной шар диаметром 1,5875 мм	98,07	588,4	0,002	130	60 HRFW – 100 HRFW
<u>FW</u>	HRFW	Твердосплавный шар диаметром 1,5875 мм	98,07	588,4	0,002	130	60 HRFW – 100 HRFW

G	<u>HRG</u>	Стальной шар диаметром 1,5875 мм	98,07	1471	0,002	130	30 HRGW – 94 HRGW
---	------------	--	-------	------	-------	-----	----------------------

Окончание таблицы 1

Шкала твердости Роквелла	Обозначение чисел твёрдости	Тип наконечника	Предварительная нагрузка F ₀ , Н	Общая нагрузка F, Н	Цена деления шкалы S, мм	Пределы шкалы N	Диапазон Измерений твёрдости
<u>GW</u>	HRGW	Твердосплавный шар диаметром 1,5875 мм	98,07	1471	0,002	130	30 HRGW – 94 HRGW
H	<u>HRH</u>	Стальной шар диаметром 3,175 мм	98,07	588,4	0,002	130	80 HRHW – 100 HRHW
<u>HW</u>	HRHW	Твердосплавный шар диаметром 3,175 мм	98,07	588,4	0,002	130	80 HRHW – 100 HRHW
K	<u>HRK</u>	Стальной шар диаметром 3,175 мм	98,07	1471	0,002	130	40 HRKW – 100 HRKW
KW	HRKW	Твердосплавный шар диаметром 3,175 мм	98,07	1471	0,002	130	40 HRKW – 100 HRKW

^a - Нижняя граница диапазона измерений может быть расширена до 10 HRC, если поверхности алмазного конуса и его сферического закругления отполированы для глубины внедрения не менее 0,4 мм.

Таблица 2 — Шкалы твёрдости Супер-Роквелла

Шкала твердости Супер-Роквелла	Обозначение чисел твёрдости	Тип наконечника	Предварительная нагрузка F ₀ , Н	Общая нагрузка F, Н	Цена деления шкалы S, мм	Пределы шкалы N	Диапазон Измерений твёрдости
15N	HR15N	Алмазный конус	29,42	147,1	0,001	100	70 HR15N – 94 HR15N
30N	HR30N	Алмазный конус	29,42	294,2	0,001	100	42 HR30N – 86 HR30N
45N	HR45N	Алмазный конус	29,42	441,3	0,001	100	20 HR45N – 77 HR45N
15T	<u>HR15T</u>	Стальной шар диаметром 1,5875 мм	29,42	147,1	0,001	100	67 HR15T – 93 HR15T
30T	<u>HR30T</u>	Стальной шар диаметром 1,5875 мм	29,42	294,2	0,001	100	29 HR30T – 82 HR30T

Окончание таблицы 2

Шкала твердости Супер-Роквелла	Обозначение чисел твердости	Тип наконечника	Предварительная нагрузка F ₀ , Н	Общая нагрузка F, Н	Цена деления шкалы S, мм	Предел шкалы N	Диапазон Измерений твердости
45T	<u>HR45T</u>	Стальной шар диаметром 1,5875 мм	29,42	441,3	0,001	100	10 HR45T – 72 HR45T
<u>15TW</u>	HR15TW	Твердосплавный шар диаметром 1,5875 мм	29,42	147,1	0,001	100	67 HR15TW – 93 HR15TW
<u>30TW</u>	HR30TW	Твердосплавный шар диаметром 1,5875 мм	29,42	294,2	0,001	100	29 HR30TW – 82 HR30TW
<u>45TW</u>	HR45TW	Твердосплавный шар диаметром 1,5875 мм	29,42	441,3	0,001	100	10 HR45TW – 72 HR45TW

Шкалы, в которых используются наконечники с диаметром шарика 6,350 мм и 12,70 мм, также могут применяться, если на это есть указания в технических условиях на изделие или по особому соглашению. Информация о дополнительных шкалах, использующих шарики указанных диаметров, содержится в [1].

Примечание 1 Для некоторых материалов применимый диапазон измерений может быть уже приведенных диапазонов.

Примечание 2 Числа, обозначающие нагрузки, первоначально выражались в единицах «кгс». Например, общая испытательная нагрузка 30 кгс теперь нагрузка выражается в ньютонах – 294,2 Н.

Таблица 3 — Символы и обозначения

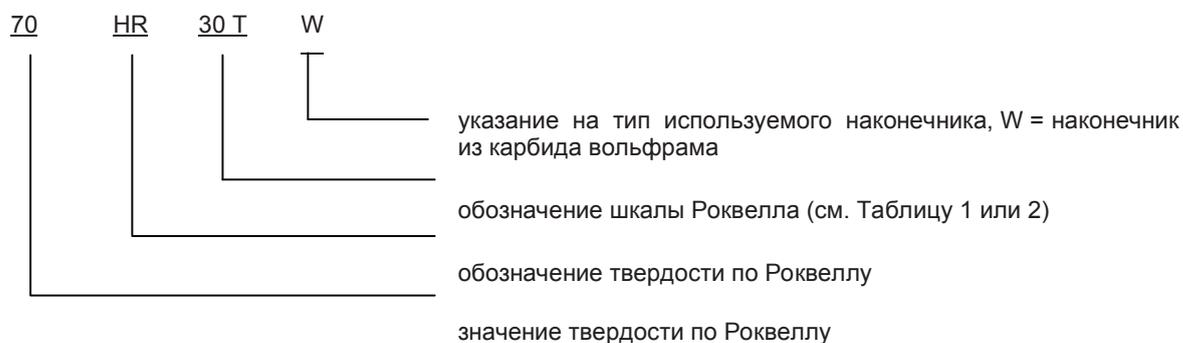
Таблица 3 – Символы и обозначения

Символы/ Обозначения	Определение	Единица
F ₀	Предварительная испытательная нагрузка	Н
F ₁	Дополнительная испытательная нагрузка (основная испытательная нагрузка минус предварительная нагрузка)	Н
F	Основная испытательная нагрузка	Н
S	Цена деления шкалы для данной шкалы	мм
N	Предел шкалы для данной шкалы	-
h	Остаточная глубина внедрения при предварительной нагрузке после снятия дополнительной нагрузки (остаточная глубина внедрения)	мм

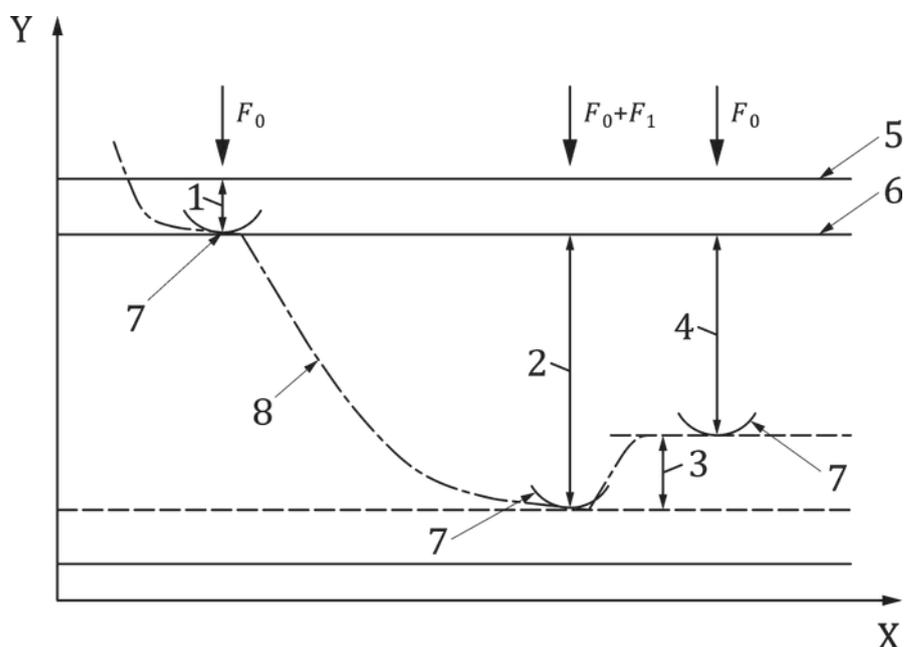
HRA HRC HRD	Твердость по Роквеллу = —	
HRBW, HRB, HREW, HRE, HRFW, HRF, HRGW, HRG, HRHW, HRH, HRKW, HRK	Твердость по Роквеллу = —	
HRN HRTW, HRT	Твердость по Супер-Роквеллу = —	

4.2 Ниже приводится пример обозначения твердости по Роквеллу.

ПРИМЕР



Примечание 1 Для шкал HR30T_Sm и HR15T_Sm, описанных в Приложении А, используется заглавная буква S и строчная буква m, обозначающие применение стального шарика и точечного держателя.



Условные обозначения

X	время	4	остаточная глубина внедрения h
Y	положение наконечника	5	поверхность образца
1	глубина внедрения под предварительной нагрузкой F_0	6	исходная плоскость измерения
2	глубина внедрения под дополнительной нагрузкой F_1	7	положение наконечника
3	упругое восстановление сразу после снятия дополнительной нагрузки F_1	8	кривая зависимости глубины внедрения от времени

Рисунок 1 — Схема принципа метода Роквелла

5 Твердомер

5.1 Твердомер должен обеспечивать приложение измерительных нагрузок, необходимых для некоторых или для всех шкал твердости Роквелла, приведенных в Таблице 1 и Таблице 2, обеспечивать выполнение процедуры, описанной в Разделе 7, и соответствовать всем требованиям, определенным в ГОСТ 23677 или п.5.4 и табл. Е1.

5.2 Сфероконический алмазный наконечник должен быть изготовлен с допусками согласно ГОСТ 8.044, с углом при вершине 120° и радиусом сферической части 0,2 мм. Алмазные наконечники должны быть откалиброваны для определения твердости: только по шкалам Роквелла для алмазных наконечников,

только по шкалам Супер-Роквелла для алмазных наконечников, как по шкалам Роквелла, так и по шкалам Супер-Роквелла для алмазных наконечников.

5.3 Шариковый наконечник должен быть изготовлен из карбида вольфрама. Предельные отклонения диаметров шариков не должны превышать $\pm 3,5$ мкм для наконечника диаметром 1,5875 мм и ± 4 мкм для наконечника диаметром 3,175 мм. Твёрдость шарика должна быть не менее 1500 HV10 в соответствии с ГОСТ Р ИСО 6507-1-2007.

П р и м е ч а н и е 1 Шариковые наконечники обычно состоят из сферического шарика и отдельной оправки соответствующей конструкции. Неразъемные наконечники со сферической рабочей частью допускаются при условии, что поверхность наконечника, соприкасающаяся с испытуемым образцом, удовлетворяет требованиям к размеру, форме, конечной обработке и твердости, определенным в ГОСТ 23677.

П р и м е ч а н и е 2 Следует обратить внимание на то, что шариковый наконечник, изготовленный из карбида вольфрама, является стандартным типом шарикового наконечника, применяемого для определения твердости по Роквеллу. Стальные шариковые наконечники могут использоваться после подтверждения соответствия их геометрических размеров требованиям п. 5.3. Стальные шариковые наконечники также могут использоваться при измерении твердости по шкалам Роквелла HR30T_{Sm} и HR15T_{Sm} в соответствии с Приложением А. Твёрдость применяемых стальных шариков должна быть не менее 750 HV10 в соответствии с ГОСТ Р ИСО 6507-1-2007.

5.4 Отклонение прикладываемой предварительной нагрузки от номинальной не должно превышать ± 2 %. Размах прикладываемых предварительных нагрузок не должен превышать 1,5 % от номинальной. Отклонение прикладываемой основной нагрузки от номинальной не должно превышать ± 1 %. Размах прикладываемой основной нагрузки не должен превышать 0,75 % от номинальной.

6 Измеряемый образец

6.1 Измерения должны проводиться на гладкой и ровной поверхности, свободной от окислы, посторонних веществ и, особенно, смазки, если нет других указаний в стандартах на изделия или материалы. Исключение делается для реакционно-способных металлов, таких как титан, которые могут прилипнуть к наконечнику. В таких случаях может использоваться подходящая смазка, например керосин. Применение смазки должно быть отражено в протоколе измерений.

6.2 Подготовка образца должна проводиться таким образом, чтобы любое изменение твердости поверхности, вызванное сильным нагревом или наклепом, например, было минимизировано. Это следует учитывать, особенно в случае индентирования на небольшую глубину.

6.3 Толщина испытуемого образца или испытуемого слоя (минимальные значения приводятся в Приложении В) должна не менее чем в 10 раз превышать остаточную глубину внедрения для алмазных наконечников и в 15 раз для шариковых наконечников, если нельзя показать, что использование более тонкого образца не влияет на измеренное значение твердости. В общем случае на обратной стороне испытуемого образца не должно быть видимых деформаций поверхности после проведения испытания, хотя наличие таких знаков не всегда свидетельствует о неуспешности

испытания. Об особых требованиях к испытаниям очень тонких листовых металлов с использованием шкал HR30T_{Sm} и HR15T_{Sm} см. Приложение А.

6.4 Сведения об испытаниях на выпуклых цилиндрических поверхностях и сферических поверхностях см. в 7.11.

7 Процедура измерений

7.1 Данный стандарт разработан с требованием, что температура в воздуха при измерениях должна находиться в диапазоне от 10 °С до 35 °С.

В случае, если температура окружающей среды не соответствует указанному требованию, обязанностью испытательной лаборатории является проведение оценки влияния температуры на данные измерений, полученные на твердомерах, эксплуатируемых в таких условиях. Когда испытания проводятся при температурах, находящихся за пределами рекомендованного диапазона, то температура должна быть измерена и запротоколирована.

Примечание Если во время проведения измерений имеются значительные температурные градиенты, то неопределенность результата измерения может возрасти и могут возникнуть условия выхода за допустимые отклонения.

7.2 Ежедневная проверка, описанная в Приложении Е, должна проводиться перед первым измерением каждого дня для каждой шкалы, которая будет использоваться.

Состояние алмазных наконечников должно проверяться согласно Приложению F.

7.3 Каждый раз после смены или снятия и замены наконечника, шарика наконечника или подставки для испытуемого образца выполняют не менее двух измерений и сбрасывают результаты, затем определяют, что наконечник и подставка для образца правильно закреплены в твердомере путем проведения ежедневной проверки, описанной в Приложении Е.

7.4 Алмазный или шариковый наконечник должен быть тем наконечником, который использовался при последней поверке.

Если наконечник не использовался при последней поверке твердомера и используется впервые, то он должен быть проверен по процедуре ежедневной проверки, описанной в Приложении Е, с использованием не менее двух мер твердости (по одной для низкого и высокого диапазонов твердости), для каждой шкалы Роквелла, которая обычно используется. Это не относится к замене шарика.

7.5 Измеряемый образец должен размещаться на жесткой подставке и удерживаться таким образом, чтобы рабочая поверхность находилась в плоскости, перпендикулярной к оси наконечника и линии вдавливающей нагрузки, а также чтобы избежать смещения испытуемого образца.

Изделия цилиндрической формы должны располагаться на подходящей опоре, например, на V-образной подставке или подставке в виде сдвоенных цилиндров, изготовленных из материала с твердостью по Роквеллу не менее 60 HRC. Особое внимание должно быть уделено тому, чтобы наконечники, измеряемый образец, V-образные подставки и подставки для образцов твердомера были правильно установлены и взаиморасположены, поскольку любое отклонение от перпендикулярности может привести к неверным результатам.

7.6 Наконечник приводят в контакт с рабочей поверхностью и прикладывают предварительную испытательную нагрузку F_0 , без каких-либо ударов, вибрации, колебаний или перегрузки.

Время приложения предварительной нагрузки не должно превышать 2 с. Время выдержки предварительной нагрузки F_0 должно быть от 1 до 4 с.

П р и м е ч а н и е Идеальное время выдержки предварительной нагрузки – 3 с.

Измеряют начальную глубину внедрения.

Во многих ручных (со стрелочным индикатором) твердомерах это делается путем установки стрелки отсчетного устройства в заданную точку или нулевое положение. Во многих автоматических (цифровых) твердомерах измерение глубины производится автоматически, без участия оператора, и результат может не отображаться на экране.

7.7 Прикладывают дополнительную нагрузку F_1 без каких-либо ударов, вибрации, колебаний или перегрузки для увеличения нагрузки с F_0 до основной нагрузки F .

Для испытаний по шкалам Роквелла дополнительную нагрузку F_1 прикладывают в течение не менее 1 с и не более 8 с. Для всех шкал Супер-Роквелла HRN и HRTW (HRT) дополнительную нагрузку F_1 прикладывают в течение меньше или равно 4 с. Рекомендуется выполнять такой же измерительный цикл, какой использовался при проверке.

П р и м е ч а н и е - Имеются данные о том, что некоторые материалы могут быть чувствительны к скорости деформации, которая приводит к небольшим изменениям значения предела текучести. Соответствующее влияние на прекращение формирования отпечатка может вызвать изменение значения твердости.

Основная нагрузка F должна выдерживаться от 2 до 6 с. (идеальное время выдержки – 5 с) Дополнительную нагрузку F_1 снимают и, сохраняя предварительную испытательную нагрузку F_0 , через интервал времени от 1 до 5 с (идеальный интервал времени – 4 с) снимают окончательное показание глубины внедрения наконечника.

Как исключение при испытании материалов, проявляющих высокую пластическую текучесть (ползучесть при индентировании) во время приложения общей испытательной нагрузки, могут быть необходимы особые соображения, поскольку внедрение наконечника будет продолжаться. Когда требуется применить время выдержки под основной нагрузкой, превышающее предельно допустимые 6 с, то увеличенное время выдержки под основной нагрузкой, которое в действительности было применено, должно быть записано после полученного результата (например, 65 HRF/10 с).

7.8 Измеряют конечную глубину внедрения при приложении предварительной нагрузки.

Число твердости по Роквеллу рассчитывается по остаточной глубине внедрения h с помощью формулы, приведенной в Формуле (1), и информации, приведенной в Таблице 1, Таблице 2 и Таблице 3. В большинстве твердомеров по методу Роквелла измерение глубины производится таким образом, что число твердости по Роквеллу вычисляется автоматически и выводится на экран.

Определение числа твердости по Роквеллу показано на Рисунке 1.

7.9 Для измерений на выпуклых цилиндрических поверхностях и сферических поверхностях должны применяться поправки, приведенные в Приложении С (Таблица С.1, Таблица С.2, Таблица С.3 или Таблица С.4) и в Приложении D (Таблица D.1).

Значения поправок должны отражаться в протоколе измерений.

В отсутствие поправок для измерений на вогнутых поверхностях измерения на таких поверхностях должны быть предметом специального соглашения.

7.10 На протяжении всех измерений прибор должен быть защищен от ударов и вибраций.

7.11 Расстояние между центрами двух смежных отпечатков должно не менее чем в три раза превышать диаметр отпечатка. Расстояние от центра любого отпечатка до края испытываемого образца должно не менее чем в два с половиной раза превышать диаметр отпечатка.

8 Неопределенность измерений твердости

Полная оценка неопределенности измерений должна выполняться согласно [2]

Независимо от типа источников, для измерений твердости существуют две возможности для определения неопределенности.

- Одна возможность основывается на оценке всех значимых источников, возникающих при поэлементной калибровке.

Другая возможность основывается на калибровке с помощью эталонной меры твердости. [2- 5] Рекомендации по оценке неопределённости измерений приводятся в Приложении G.

9 Протокол измерений

Протокол измерений должен содержать как минимум следующую информацию:

- a) ссылка на настоящий стандарт;
- b) идентификационные данные измеряемого образца, включая сведения о кривизне испытываемой поверхности;
- c) температура при измерениях, если она не лежит в диапазоне от 10 °С до 35 °С;
- d) результат измерений и количество лежащих в его основе единичных показаний;

- e) все операции, не предусмотренные данным стандартом или рассматриваемые как необязательные;
- f) любые события или особенности, которые могли повлиять на измерение;
- g) увеличенное время выдержки под общей нагрузкой, которое было применено, если оно превышает допустимый предел 6 с.
- h) дата проведения испытания;

10 Перевод в другие шкалы твердости или значения предела прочности

Не существует общего метода точного перевода чисел твердости по Роквеллу в другие шкалы твердости или перевода чисел твердости в значения прочности на разрыв. Следовательно, такого перевода следует избегать, если нет надежной базы для перевода, полученной сравнительными измерениями (см. также [6]).

Приложение А (обязательное)

Специальные измерения по шкалам HR30T_{Sm} и HR15T_{Sm} для тонких изделий

А.1 Общие сведения

Данные измерения применяются для тонких металлических изделий, толщина которых варьирует от максимального значения 0,6 мм до минимального значения, указанного стандартах на изделия, и максимальная твердость которых составляет 82 HR30T_{Sm} или 93 HR15T_{Sm}. В стандарте на изделие должно быть указано, когда применять это специальное измерение по шкале HR30T_{Sm} или HR15T_{Sm}.

Условия проведения этого измерения аналогичны тем, при которых проводится испытание по шкалам HR30T_W или HR15T_W, описанное в данной части стандарта. Допускается появление деформации на обратной стороне измеряемого образца под отпечатком.

Примечание 1. Символы Sm в обозначении шкалы означают, что в этом испытании используются стальной шариковый наконечник и точечная подставка для образца.

Примечание 2. Перед испытанием должны быть проведены испытания на твердость на тонколистовых образцах известной толщины, чтобы убедиться в том, что поверхность подставки для образца не оказывает влияния на результаты измерений.

В дополнение к указанным в данной части стандарта требованиям должны выполняться нижеследующие требования.

А.2 Шариковый наконечник

Для данного испытания должен применяться наконечник с шариком из закаленной стали, соответствующий требованиям данного стандарта, с диаметром 1,587 5 мм.

А.3 Подставка для образца

Подставка для образца должна содержать гладкую и отполированную плоскую алмазную поверхность диаметром примерно 4,5 мм. Эта опорная поверхность должна быть приблизительно отцентрирована по оси наконечника и должна быть перпендикулярна ей. Необходимо следить за тем, чтобы подставка была правильно установлена на столике твердомера.

А.4 Подготовка образца

Необходимо удалить материал с измеряемого образца, причем делаться это должно с обеих сторон образца. Необходимо принять меры предосторожности, чтобы в результате этого процесса не изменилось состояние основного металла листа, например, от нагрева или наклепа. Толщина основного металла не должна уменьшиться ниже минимально допустимого значения толщины.

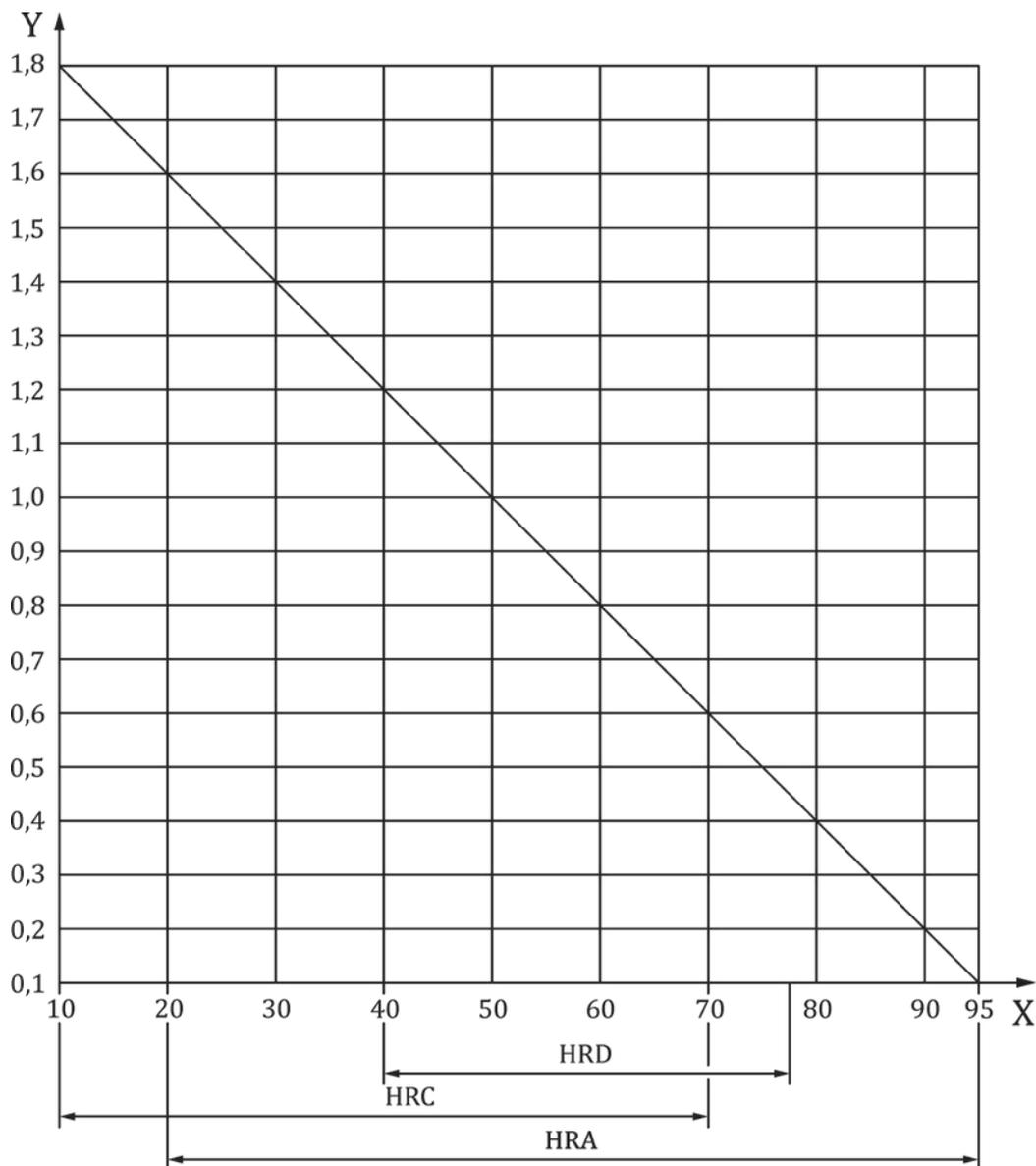
А.5 Положение измеряемого образца

Расстояние между центрами двух смежных отпечатков или между центром одного из отпечатков и краем испытываемого образца должно быть не менее 5 мм, если нет других указаний

Приложение В
(обязательное)

Минимальная толщина испытываемого образца в зависимости от твердости по Роквеллу

Минимальная толщина испытываемого образца или испытываемого слоя указана на Рисунке В.1, Рисунке В.2 и Рисунке В.3.

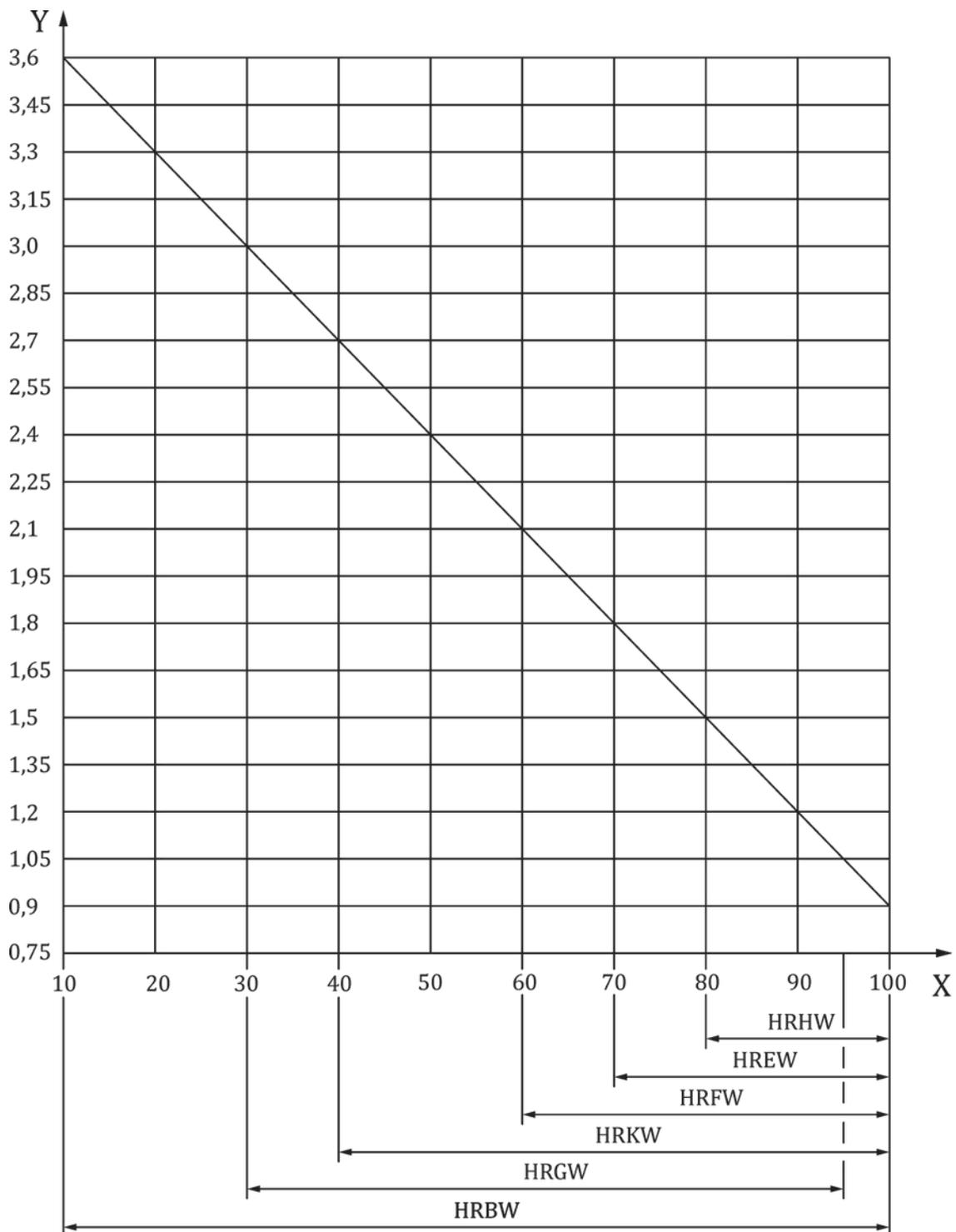


Условные обозначения

X твердость по Роквеллу

Y минимальная толщина испытываемого образца, мм

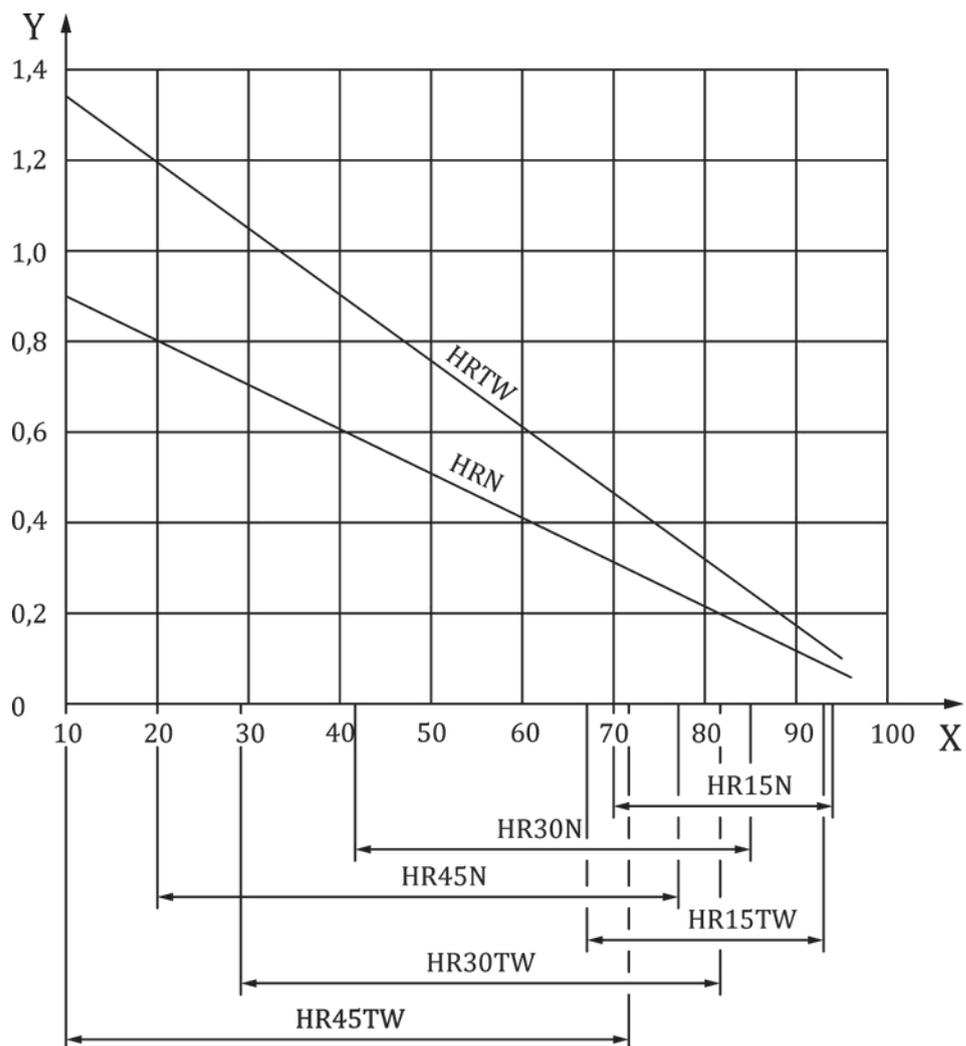
Рисунок В.1 — Измерения с алмазным наконечником (шкалы А, С и D)



Условные обозначения

- X твердость по Роквеллу
 Y минимальная толщина испытуемого образца, мм

Рисунок В.2 — Измерения с шариковым наконечником (шкалы В (BW), Е (EW), F (FW), G (GW), Н (HW) и К (KW))



Условные обозначения

- X твердость по Роквеллу
- Y минимальная толщина испытываемого образца, мм

Рисунок В.3 — Измерения твердости по Супер-Роквеллу (шкалы N и T (TW))

Приложение С
(обязательное)

Поправки к значениям твердости по Роквеллу, полученным на выпуклых цилиндрических поверхностях

Для испытаний на выпуклых цилиндрических поверхностях должны применяться поправки, приведенные в Таблице С.1, Таблице С.2, Таблице С.3 или Таблице С.4 . Для значений радиусов, не указанных в этих таблицах, поправки могут быть получены линейной интерполяцией.

Таблица С.1 — Измерения с алмазным наконечником (шкалы А, С и D)

Показание твердости по Роквеллу	Радиус закругления								
	мм								
	3	5	6,5	8	9,5	11	12,5	16	19
20	-	-	-	2,5	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0
25	-	-	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0
30	-	-	2,5	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5
35	-	3,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5
40	-	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5
45	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
50	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5
55	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0
60	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0
65	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0
70	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0
75	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0
80	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0
85	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0
90	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица С.2 — Измерения с шариковым наконечником 1,587 5 мм (шкалы В (BW), F (FW) и G (GW))

Показание твердости по Роквеллу	Радиус закругления						
	мм						
	3	5	6,5	8	9,5	11	12,5
20	-	-	-	4,5	4,0	3,5	3,0
30	-	-	5,0	4,5	3,5	3,0	2,5
40	-	-	4,5	4,0	3,0	2,5	2,5
50	-	-	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
60	-	5,0	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0
70	-	4,0	3,0	2,5	2,0	2,0	1,5

Таблица С.2 (продолжение)

Показание твердости по Роквеллу	Радиус закругления						
	мм						
	3	5	6,5	8	9,5	11	12,5
80	5,0	3,5	2,5	2,0	1,5	1,5	1,5
90	4,0	3,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,0
100	3,5	2,5	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5

Таблица С.3 — Определение твердости по Супер-Роквеллу (шкалы 15N, 30N, 45N) а, б

Показание твердости по Супер- Роквеллу	Радиус закругления					
	мм					
	1,6	3,2	5	6,5	9,5	12,5
20	(6,0)	3,0	2,0	1,5	1,5	1,5
25	(5,5)	3,0	2,0	1,5	1,5	1,0
30	(5,5)	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0
35	(5,0)	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0
40	(4,5)	2,5	1,5	1,5	1,0	1,0
45	(4,0)	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0
50	(3,5)	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0
55	(3,5)	2,0	1,5	1,0	0,5	0,5
60	3,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5
65	2,5	1,5	1,0	0,5	0,5	0,5
70	2,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
75	1,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0
80	1,0	0,5	0,5	0,5	0	0
85	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0
90	0	0	0	0	0	0

- а) Эти поправки являются только приблизительными и представляют собой усредненные значения, до ближайших 0,5 единиц твердости по Супер-Роквеллу, многочисленных действительных наблюдений над испытываемыми поверхностями, имеющими закругления, указанные в этой таблице.
- б) При испытаниях на выпуклых цилиндрических поверхностях на точность результатов будут значительно влиять отклонения от правильного взаимного расположения подъемного винта, V-образной подставки для образца и наконечника и несовершенство конечной обработки поверхности и прямизны цилиндра.
- в) Поправки, данные в скобках, должны применяться только по соглашению.

Таблица С.4 — Определение твердости по Супер-Роквеллу (шкалы 15Т, 30Т, 45Т) а, б

Показание Твердости по Супер- Роквеллу	Радиус кривизны						
	мм						
	1,6	3,2	5	6,5	8	9,5	12,5
20	(13,5)	(9,0)	(6,0)	(4,5)	(3,5)	3,0	2,0
30	(11,5)	(7,5)	(5,0)	(4,0)	(3,5) 3,0	2,5	2,0
40	(10,0)	(6,5)	(4,5)	(3,5) 3,0	2,5	2,5	2,0
50	(8,5)	(5,5)	(4,0) 3,0	2,5	2,0	2,0	1,5
60	(6,5)	(4,5)	2,5	2,0	1,5	1,5	1,5
70	(5,0) 3,0	(3,5) 2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0
80	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	1,0	0,5
90						0,5	0,5

а) Эти поправки являются только приблизительными и представляют собой усредненные значения, до ближайшей твердости по Супер-Роквеллу, многочисленным действительным наблюдениям над испытываемыми поверхностями имеющими закругления, указанные в этой таблице.

б) При испытаниях на выпуклых цилиндрических поверхностях на точность результатов будут значительно влиять от правильного взаимного расположения подъемного винта, V-образной подставки для образца и наконечника и несовершенной обработки поверхности и прямизны цилиндра.

с) Поправки, данные в скобках, должны применяться только по соглашению.

Приложение D
(обязательное)

Поправки к значениям твердости по Роквеллу по шкале С, полученным на сферических испытуемых поверхностях различного диаметра

Для измерений на выпуклых цилиндрических поверхностях должны применяться поправки, приведенные в Таблице D.1 .

Таблица D.1 — Значения поправок к значениям твердости по Роквеллу по шкале С

Показание твердости по Роквеллу	Диаметр сферы <i>d</i> мм								
	4	6,5	8	9,5	11	12,5	15	20	25
55 HRC	6,4	3,9	3,2	2,7	2,3	2,0	1,7	1,3	1,0
60 HRC	5,8	3,6	2,9	2,4	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9
65 HRC	5,2	3,2	2,6	2,2	1,9	1,7	1,4	1,0	0,8

Значения поправки к значению твердости по Роквеллу по шкале ΔН, приведенные в Таблице D.1, вычисляются по Формуле (D.1)

$$\Delta H = 59 \times \frac{\left(1 - \frac{H}{160}\right)^2}{d}$$

где

H — показание твердости по Роквеллу;

d — диаметр сферы, выраженный в миллиметрах.

Приложение Е (Обязательное)

Процедура ежедневной проверки

Е.1 Общие сведения

Ежедневная проверка твердомера должна производиться каждый день, когда он используется, путем проведения измерений на каждой шкале твердости, которую предполагается использовать в этот день. Отбирают не менее одной поверенной эталонной меры твердости Роквелла, из диапазонов, приведенных в Таблице Е.1. Рекомендуется, чтобы выбранный уровень твердости был близок к тем уровням, которые будут измеряться. Наносят не менее двух отпечатков на каждую эталонную меру твердости и вычисляют систематическую погрешность и повторяемость результатов измерений с помощью формул, описываемых ниже. Если значения систематической погрешности и повторяемости находятся в пределах допустимых отклонений, указанных в Таблице Е.1, то работу твердомера можно признать удовлетворительной. Если нет, то проверяют состояние наконечника, подставки для образца и твердомера и повторяют измерение. Если результат ежедневной проверки твердомера остается неудовлетворительным, то выполняется внеочередная проверка.

Следует фиксировать результаты ежедневной проверки в течение некоторого периода времени и использовать их для измерения воспроизводимости и отслеживания дрейфа твердомера.

Е.2 Систематическая погрешность

Систематическая погрешность b_c твердомера в числах твердости по Роквеллу при определенных условиях проверки выражается Формулой (Е.1):

$$b_c = H - H_{CRM} \quad (E.1)$$

где

H Медиана из 5 измерений твердости

H_{CRM} Приписанное значение эталонной меры твердости.

Е.3 Повторяемость

Чтобы определить повторяемость для каждой эталонной меры твердости, располагают измеренные значения твердости H_1, \dots, H_n в порядке возрастания величины.

Повторяемость r твердомера в числах твердости Роквелла при определенных условиях поверки определяется Формулой (Е.2):

$$r = H_n - H_1 \quad (\text{Е.2})$$

Таблица Е.1 — Допустимая повторяемость и погрешность твердомера

Шкала твердости Роквелла	Диапазон значений твердости эталонной меры	Допустимая погрешность	Предельно допустимая повторяемость r твердомера
A	От 20 до ≤ 75 HRA От >75 до ≤ 95 HRA	± 2 HRA $\pm 1,5$ HRA	0,02 (100 - H) или 0,8 HRAb
B	От 10 до ≤ 45 HRBW От >45 до ≤ 80 HRBW От >80 до ≤ 100 HRBW	± 4 HRBW ± 3 HRBW ± 2 HRBW	0,04 (130 - H) или 1,2 HRBWb
C	От 10 до ≤ 70 HRC	$\pm 1,5$ HRC	0,02 (100 - H) или 0,8 HRCb
D	От 40 до ≤ 70 HRD От >70 до ≤ 77 HRD	± 2 HRD $\pm 1,5$ HRD	0,02 (100 - H) или 0,8 HRDb
E	От 70 до ≤ 90 HREW От >90 до ≤ 100 HREW	$\pm 2,5$ HREW ± 2 HREW	0,04 (130 - H) или 1,2 HREWb
F	От 60 до ≤ 90 HRFW От >90 до ≤ 100 HRFW	± 3 HRFW ± 2 HRFW	0,04 (130 - H) или 1,2 HRFWb
G	От 30 до ≤ 50 HRGW От >50 до ≤ 75 HRGW От >75 до ≤ 94	± 6 HRGW $\pm 4,5$ HRGW ± 3 HRGW	0,04 (130 - H) или 1,2 HRGWb

	HRGW		
H	От 80 до ≤ 100 HRHW	± 2 HRHW	0,04 (130 - H) или 1,2 HRHW ^b
K	От 40 до ≤ 60 HRKW От >60 до ≤ 80 HRKW От >80 до ≤ 100 HRKW	± 4 HRKW ± 3 HRKW ± 2 HRKW	0,04 (130 - H) или 1,2 HRKW ^b
15N, 30N, 45N	Все диапазоны	± 2 HRN	0,04 (100 - H) или 1,2 HRN ^b
15T, 30T, 45T	Все диапазоны	± 3 HRTW	0,06 (100 - H) или 2,4 HRTW ^b
<p>^a H – медиана из проведённых измерений.</p> <p>^b В зависимости от того, какое значение больше.</p>			

**Приложение F
(Обязательное)**

Осмотр алмазных наконечников

Опыт показывает, что многие из первоначально удовлетворительных наконечников могут при эксплуатации стать дефектными за сравнительно короткий период времени. Это связано с небольшими трещинами, ямками или другими дефектами поверхности. Если такие дефекты вовремя обнаружить, то во многих случаях наконечники можно восстановить с помощью перешлифовки. В противном случае любые небольшие дефекты поверхности быстро увеличиваются и делают наконечник непригодным. Поэтому состояние наконечников следует проверять в начале эксплуатации и через небольшие промежутки времени с помощью подходящих оптических приборов (микроскоп, лупа и т.д.).

Наконечника не пригоден к применению, если у него обнаруживаются дефекты.

Перешлифованные или иным образом отремонтированные наконечники должны калиброваться в соответствии с требованиями ГОСТ 8.044

Приложение G (справочное)

Неопределенность измеренных значений твердости

G.1 Общие требования

Анализ неопределенности измерений является полезным инструментом для определения источников погрешности и понимания расхождений в результатах измерений. В этом Приложении даются рекомендации по оцениванию неопределенности, но приведенные здесь методы предназначены только для справки, если нет других указаний от заказчика. Большинство технических условий на изделия содержат допустимые отклонения, которые в последние годы разрабатываются, главным образом, на основе требований к изделию, но отчасти и на основе рабочих характеристик твердомера, применяемого для измерения твердости данного изделия. Следовательно эти допустимые отклонения включают в себя вклад, обусловленный неопределенностью измерения твердости, и было бы нецелесообразным дополнительно учитывать эту неопределенность, например, путем уменьшения указанного допустимого отклонения на оцененную неопределенность измерений твердости. Другими словами, если в технических условиях говорится, что твердость изделия должна быть больше или меньше некоторого значения, это следует понимать как простое указание о том, что вычисленные значения твердости должны удовлетворять этому требованию, если иное прямо не прописано в стандарте на изделие. Однако могут быть особые обстоятельства, когда уменьшение допустимого отклонения на неопределенность измерения является целесообразным. Делать это следует только по соглашению сторон.

Представленный в данном Приложении подход к вычислению неопределенности учитывает только неопределенности, связанные с общими рабочими характеристиками твердомера, определяемыми по эталонным мерам твердости. Эти неопределенности рабочих характеристик отражают совокупный эффект всех отдельных неопределенностей. В этой связи важно, чтобы отдельные элементы твердомера работали в пределах допустимых отклонений. Настоятельно рекомендуется применять эту процедуру в течение максимум одного года после успешного прохождения поверки и калибровки.

G.2 Общая процедура

Данная процедура служит для вычисления расширенной неопределенности U , связанной с измеренным значением твердости. Подход показан в Таблице G.1 вместе с описанием используемых обозначений. Несколько некоррелированных источников стандартной неопределенности суммируются по закону сложения дисперсий и затем умножаются на коэффициент охвата $k = 2$. В одном подходе вклад в неопределенность от систематического источника затем арифметически прибавляется к этому значению, а в другом вносится поправка в результат измерения для компенсации этой систематической составляющей.

П р и м е ч а н и е - Данный подход к вычислению неопределенности не учитывает любой возможный дрейф рабочих характеристик твердомера после его последней калибровки, поскольку допускает, что любые такие изменения будут незначительными по величине. В связи с этим, большую часть этого анализа можно выполнить сразу после калибровки твердомера и результаты включить в сертификат

ГОСТ Р 8. –202

калибровки

G.3 Систематическое отклонение показаний твердомера

Систематическое отклонение показаний твердомера b получают путем вычитания среднего значения результатов измерения пяти отпечатков, выполненных на эталонной мере твердости в процессе калибровки твердомера, и присвоенного эталонной мере твердости при калибровке,

Систематическое отклонение можно разными способами учитывать при вычислении неопределенности.

G.4 Процедуры вычисления неопределенности измеренных значений твердости

Процедура вычисления неопределенности измерения объясняется в Таблице G.1. Можно ожидать, что систематическая погрешность b твердомера является систематическим эффектом. В [2] рекомендуется применять поправку для компенсации систематических эффектов, и это лежит в основе метода. Результат применения данного метода заключается в том, что либо все измеренные значения твердости уменьшают на b , либо неопределенность U_{corr} увеличивают на b . Процедура расчета U_{corr} объясняется в Таблице G.1.[4][5]

Суммарная расширенная неопределенность измерения для одного измерения твердости рассчитывается, как показано в Формуле (G.1):

(G.1)

где

U_H	вклад в неопределенность измерения, связанный с недостаточностью повторяемости измерений твердомера;
U_{ms}	вклад в неопределенность измерения, связанный с разрешением твердомера;
U_{NTM}	вклад в неопределенность измерения, связанный со стандартной неопределенностью измерения систематической погрешности b твердомера (это значение и определяется по Формуле (G.2):

$$u_{\text{НТМ}} = \sqrt{u_{\text{CRM}}^2 + u_{\text{HCRM}}^2 + u_{\text{ms}}^2} \quad (\text{G.2})$$

где

u_{CRM} вклад в неопределенность измерения, связанный с неопределенностью калибровки сертифицированного значения меры твердости в соответствии с сертификатом калибровки при $k = 1$;

u_{HCRM} вклад в неопределенность измерения, связанный с сочетанием повторяемости измерений твердомера и неоднородностью твердости меры твердости, вычисляемый как стандартное отклонение среднего значения результатов измерений твердости при измерении на мере твердости;

u_{ms} вклад в неопределенность измерения, связанный с разрешением твердомера при измерении на мере твердости.

Результат измерения выражается Формулой (G.3) и Формулой (G.4) соответственно:

$$X_{\text{corr}} = (x - b) \pm U_{\text{corr}} \quad (\text{G.3})$$

или

$$X_{\text{ucorr}} = x \pm (U_{\text{corr}} + |b|) \quad (\text{G.4})$$

в зависимости от того, считается ли систематическое отклонение b частью среднего значения или частью неопределенности.

При применении метода оценки неопределённости может также быть целесообразным включить дополнительные составляющие неопределенности. Это особенно относится к случаям, когда измеренное значение твердости значительно отличается от уровней твердости эталонных мер твердости, которые использовались при калибровке твердомера, значение систематической погрешности твердомера существенно изменяется во всем калиброванном диапазоне, испытуемый материал отличается от материала эталонных мер твердости, которые использовались при калибровке твердомера, или рабочие характеристики твердомера существенно изменяются ото дня ко дню (воспроизводимость).

Расчет этих дополнительных вкладов в неопределенность измерения здесь не рассматривается.

Таблица G.1 — Определение результата измерения

Этап	Источники неопределенности	Обозначения	Формула	Литература/Сертификат	
1	Значение погрешности b и неопределенности $u_{НТМ}$ погрешности твердомера, полученные при косвенной поверке	b $u_{НТМ}$	$u_{НТМ} = \frac{U_{НТМ}}{2}$	b и $u_{НТМ}$ согласно отчету о косвенной поверке с использованием CRM, для которого $\bar{X}_{CRM} = 62,82$ HRC (см. ПРИМЕЧАНИЕ 1)	
2	Стандартное отклонение измерений на повторяемость	s_H	$s_H = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (H_i - \bar{H})^2}$	Пять измерений делает лаборатория на CRM, имеющем сходную твердость с твердостью образца (см. ПРИМЕЧАНИЕ 2)	
3	Стандартная неопределенность, связанная с недостаточностью повторяемости	u_H	$u_H = t \times s_H$, см. ПРИМЕЧАНИЕ 3	$t = 1,14$ для $n = 5$ (см. ISO/IEC Guide 98-3:2008, G.3 и Табл. G.2) u_H	
4	Стандартная неопределенность, связанная с разрешением экрана, отсчетного устройства	u_{ms}	$u_{ms} = \frac{\delta_{ms}}{2\sqrt{3}}$	$\delta_{ms} = 0,1$ HRC	
5	Определение скорректированной расширенной неопределенности	U_{corr}	$U_{corr} = k \times \sqrt{u_H^2 + u_{ms}^2 + u_{НТМ}^2}$	Этапы 1, 3 и 4 $k = 2$	U_{corr}
6	Результат измерений с поправленной твердостью	X_{corr}	$X_{corr} = (x - b) \pm U_{corr}$	Этапы 1 и 5	
7	Результат измерений с поправленной неопределенностью	X_{ucorr}	$X_{ucorr} = x \pm (U_{corr} + b)$	Этапы 1 и 5	

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Если $0,8 < b < 1,0$, то следует учитывать соотношение значений твердости CRM и обра

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Для снижения влияния неоднородности эталонной меры твердости измерения сле требования к расстоянию между отпечатками. Можно использовать значение, полученное на измерениях, пр поверке по ISO 6508-2, но оно обычно завышает составляющую неопределенности, связанную с неоднородность CRM.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 В ситуациях, когда должно протоколироваться среднее значение множества измер единственное измерение твердости, значение в этапе 3 должно быть заменено на стандартное откл испытываемого образца, деленное на квадратный корень из числа измерений твердости n , и значение t д $(u_H = t \times s_H / \sqrt{n})$. Тогда вычисленная составляющая неопределенности будет также учитывать неоднород

Библиография

- [1] ASTM E18, *Standard Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials*
- [2] ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*
- [3] Gabauer W. Manual of Codes of Practice for the Determination of Uncertainties in Mechanical Tests on Metallic Materials, The Estimation of Uncertainties in Hardness Measurements, Project, No. SMT4-CT97-2165, UNCERT COP 14: 2000
- [4] Gabauer W., & Binder O. Abschätzung der Messunsicherheit in der Härteprüfung unter Verwendung der indirekten Kalibriermethode, DVM Werkstoffprüfung. Tagungsband, 2000, pp. 255–61.
- [5] Polzin T., & Schwenk D. Method for uncertainty determination of hardness testing; PC file for the determination, *Materialprüfung*, 44 (2002) 3, pp. 64–71
- [6] ISO 18265, *Metallic materials — Conversion of hardness values*

Ключевые слова: металлы, сплавы, твердость, метод Роквелла, шкалы Роквелла и Супер-Роквелла
